

Patent application publication

DE 40 09 604 A1

G 21 B 1/00

5

Application No.: P 40 09 604.1

Filing date: March 20, 1990

Publication date: February 20, 1992

10 Applicant: Hora, Heinrich, Prof. Dr. Dr., 8011 Poing, DE

Inventors:

Request for not being designated as inventor(s)

Hora, Heinrich, Prof. Dr. Dr., 8011 Poing, DE;

Scharmann, Prof. Dr. Dr., Arthur, 6300 Gießen, DE

15

Power generation by multiple cold fusion

20 For producing energy by nuclear reactions of deuterium in  
solid materials such as in titanium or palladium (cold fu-  
sion) a system and a method are used, in which the deuterium  
absorbing material is applied together with another layer in  
thin layers and the reaction which preferably proceeds at the  
surface, proceeds in the intermediate layers between the ma-  
25 terials, which are weakly influenced from outside. Thereby a  
volume effect of the reaction is achieved, which is in the  
magnitude of 100 kW per cm<sup>3</sup> or more and is controlled by heat  
dissipation and/or supply of deuterium in terms of its inten-  
sity.

30

## Description

Power generation by exothermic nuclear reactions is of particular interest because thereby about 1 million times the energy per reacting atom is released compared to chemical reactions. It is well known that deuterium dissolved in palladium or titanium after electrolysis or after a simple absorption optionally with electric discharge from the gaseous phase or after cluster implantation provides nuclear reactions with the generation of neutrons having the 5- to 10000-fold value at a rate of 10 to 21 reactions per deuteron and second.

Furthermore, for each of these fusion reactions,  $d + d = n +$  (3) He, there is not only one reaction  $d + d = p + t$  for producing tritium  $t$  such as in the case of high temperature fusion, but there are up to 1 billion of such tritium reactions (Storm, Los Alamos). Furthermore, it is known that the results achieved strongly indicate that it is actually a surface reaction because the resulting tritium has not only been measured by highly effective silver-containing palladium electrodes during the electrolysis of heavy water (commercially available Milton-Roy Cells) in a diffusing manner, but also as a gaseous deposition on the side of the interphase between electrode and electrolyte (cf. P. K. Iyengar, in "Emerging Nuclear Energy Systems 1989" U. von Moellendorf et al., ed., Word Scientific, Singapore 1989, p. 291). Many other publications - not least the notorious irreproducibility of many experiments - point to the character of surface processes.

An explanation can be given by means of two models (H. Hora et al., Il Nuovo Cimento 12D, 393 (1990)). (1): The deuterons are in a state similar to a very cold but very dense plasma and, thus, can move freely between the electron clouds of the

host crystals (similar to the Ramsauer effect) (cf. H. Hora  
et al. in "Emerging Nuclear Systems 1989", U. von Moellendorf  
et al., ed., World Scientific, Singapore 1989, p. 322),  
wherein the thermal kinetics of this exotic deuteron plasma  
5 enable extraordinarily short distances between the deuterons  
themselves or between the deuterons and the nuclei of the  
host crystal, these short distances being necessary for the  
nuclear reactions. (2) A further significant increase in the  
probability for the reaction results from the decrease in the  
10 deuteron distances particularly at the surface by means of  
the degenerated Debye-layer for the electrons, which forms at  
the surface. This has been demonstrated for example for the  
simple deduction of the surface tension of metals (H. Hora et  
al., IEEE Trans. Plasma Sc. PS 17 284 (1989)).

15 This result has led to the finding that each metal has an  
electron layer having a thickness of 1 to 1.5 Angstrom at the  
surface, on which oxides or adsorbed atoms are "swimming".  
The positive charge of the double layer generating the exit  
20 potential is effected in the metals by the contraction of the  
lattice spacing of the surface atoms, which has been ex-  
plained in a confusing manner by means of free bondings and  
the like and which has become directly understandable now or  
in cases of deuteron-charged crystals by the exotic deuteron  
25 plasma which forms the positive layer directly in the atom  
layer under the swimming electron layer at the significantly  
reduced deuteron distance. An additional issue with respect  
to the reactions at the surface is that the electron layer  
has a further shielding effect for the Coulomb barriers of  
30 the nuclear reactions.

According to this theory, it can also be explained why reac-  
tions of the kind (105) Pa (d, p) (106) Pa occur at the sur-  
face of the deuterium charged palladium, such as those meas-  
35 ured by Debra R. Rollison and William O'Grady at the Naval

Research Laboratory, Washington, by means of the mass spectroscopically determined isotopic shifts at the palladium surface of the electrolytically charged palladium electrodes, while in a depth of one micrometer the isotopic concentration  
5 is as in the normal state.

These results are covered by German patent application P 34 24 812 filed on April 4, 1989, etc. as regards the use of surface effects and the electrolytic and/or gas discharge  
10 introduction of deuterium into the host crystals. A difficulty is that in these electrolytic or gas discharge surface processes the state of the surface is very difficult to be maintained unchanged over a very long period, in particular with respect to the contamination with disturbing impurity  
15 atoms.

According to the present invention, this difficulty of the change and the contamination of the surface of the palladium, the titanium or other host crystals such as sufficiently pure  
20 iron can be avoided in the manner described in the following. The electron or deuteron layers are not only used at the surface of the host crystal, but also in the interior of the host crystal.

25 According to the present invention, layers having a sufficient purity and crystal quality are produced by vapour deposition in vacuum or the like methods such that layers having a thickness of at least 10 Angstrom (most preferably 20 Angstrom) of alternating iron and titanium or palladium and titanium or iron and platinum or combinations thereof. Also a  
30 structure of a crystal transition of a "heterojunction" between the different interconnected elements can be produced. In such a case, the potentials between the elements may well be not so large as the leaving potential against vacuum or  
35 against the electrolyte. However, potentials resulting from

the Fermi energies of for example 1.6 eV between iron and titanium or 0.81 eV between palladium or titanium can still be achieved. The decrease in the distances between the deuterium ions by these charge layers may then well be weaker than in  
5 the case of free surfaces. However, the volume effect of thick layer structures provides a very effective multiplication of the nuclear reactions. It can be estimated that a volume of about one cubic centimetre can generate an energy of 100 kilowatt. Further enhancement of the reaction is  
10 achieved by incorporation of the 135 isotope of xenon, for example by ion implantation into the host crystal and subsequent use of its large neutron capture cross section.

The multilayer material is then mounted in an energy generating system in form of thin sheets having a thickness of 0.001  
15 to 0.1 mm in parallel layers and gaseous deuterium is introduced in the interspaces. Either by the simple presence of the gas and its absorption into the host crystals or assisted by electrolytic mechanisms or gas discharge mechanisms the  
20 deuterium is transferred to the nuclear reaction in the interior of the crystals. The resulting huge heat development is then dissipated from outside the system, for example in a large area geometry by means of a heat exchanging cooling agent. The power generation rate is controlled by the pump  
25 flow of the cooling agent for maintaining the desired temperature of the reaction and/or by the density and the supply of deuterium between the thin sheets.

Such nuclear fusion generators can be produced in very variable sizes starting from industrial power generation to small  
30 power sources in individual homes or in an automobile. The consume for an automobile in case of its use of some hours per day requires about 10 to 100 g deuterium per year which then has to be resupplied at annual intervals. Because of the  
35 handling of the resulting tritium, the generator is prefera-

bly hermetically sealed and appropriately exchanged and re-generated.

#### Claims

5

1. Power generation source by controlled nuclear reactions in condensed materials, characterised in that host materials for incorporating high concentrations of deuterium are used in a layered manner, wherein at least two chemically different materials are applied above each other.

10

2. Systems according to claim 1, characterised in that the elements Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Ti, Zr, Hf or the immediately neighboured element thereof in the periodic system is used as the materials.

15

3. System according to claims 1 and 2, characterised in that a concentration of up to 10% of the xenon isotope 135 is introduced into the layered material.

20

4. System according to claims 1 to 3, characterised in that the layered materials are assembled as thin layers or sheets and deuterium is supplied therebetween in a gaseous or electrolytic way with or without additional electric fields.

25

5. System according to claims 1 to 4, characterised in that the supply of deuterium and/or the dissipation of the produced heat energy proceeds in a controlled way.



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 09 604 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 21 B 1/00**

⑳ Aktenzeichen: P 40 09 604.1  
㉔ Anmeldetag: 20. 3. 90  
㉕ Offenlegungstag: 20. 2. 92

DE 40 09 604 A 1

⑦① Anmelder:

Hora, Heinrich, Prof. Dr. Dr., 8011 Poing, DE

⑦② Erfinder:

Antrag auf Teilnichtnennung  
Hora, Heinrich, Prof., Dr., Dr., 8011 Poing, DE;  
Scharmann, Prof., Dr., Dr., Arthur, 6300 Gießen, DE

⑤④ Energieerzeugung mit vielfacher kalter Fusion

⑤⑦ Für die Energieerzeugung durch Kernreaktionen von Deuterium in festen Materialien, z. B. in Titan oder Palladium (kalte Fusion), wird eine Anordnung und Methode verwendet, bei der das deuteriumabsorbierende Material mit einer anderen in dünnen Schichten aufeinander aufgebracht wird und die vorzugsweise an der Oberfläche stattfindende Reaktion in den äußerlich wenig gestörten Zwischenschichten zwischen den Materialien erfolgt. Dadurch wird eine Volumenwirkung der Reaktion erzielt, die größenordnungsmäßig 100 kW pro cm<sup>3</sup> und mehr liefert und durch die Wärmeabfuhr und/oder die Zufuhr des Deuteriums in ihrer Intensität geregelt wird.

DE 40 09 604 A 1

Energieerzeugung durch exotherme Kernreaktionen sind besonders interessant, weil dabei etwa eine millionmal mehr Energie pro reagierendem Atom frei wird als bei chemischen Reaktionen. Es ist bekannt, daß das in Palladium oder Titan nach Elektrolyse oder nach einfacher Absorption eventuell mit elektrischer Entladung aus der Gasphase oder nach Klusterimplantation aufgelöste Deuterium Kernreaktionen mit Neutronenerzeugung von fünf bis zehntausendfachem Wert weder den Hintergrundpegel liefert mit einer Rate von 10–21 Reaktionen pro Deuteron und Sekunde.

Hinzu kommt, daß auf jede dieser Fusionsreaktionen  $d + d = n + (3) \text{ He}$  nicht nur eine Reaktion  $d + d = p + t$  zur Erzeugung von Tritium  $t$  wie im Fall der Hochtemperaturfusion kommt, sondern bis zu einer Milliarde mal mehr solcher Tritiumreaktionen (Storm, Los Alamos). Ferner wurde bekannt, daß die erhaltenen Ergebnisse stark darauf hinweisen, daß es sich um eine Oberflächenreaktion handelt, da das entstandene Tritium nicht nur durch die höchst leistungsfähigen silberhaltigen Palladiumelektroden bei der Elektrolyse von Schwerwasser (kommerzielle Milton-Roy Zellen) in durchdiffundierter Weise gemessen wurden sondern auch als Gasabscheidung auf der Seite der Berührungsfläche zwischen Elektrode und Elektrolyt (siehe P. K. Iyengar, in "Emerging Nuclear Energy Systems 1989" U. von Moellendorf et al Hgg., World Scientific, Singapore 1989, S. 291). Viele andere Erscheinungen — nicht zuletzt die notorische Irreproduzierbarkeit vieler Experimente — deuten auf den Charakter der Oberflächenprozesse hin.

Eine Erklärung kann durch zweierlei Modelle gegeben werden (H. Hora et al, Il Nuovo Cimento 12D, 393 (1990)). (1): Die Deuteronen befinden sich in einem Zustand wie ein sehr kaltes aber sehr dichtes Plasma und können sich daher zwischen den Elektronenwolken der Wirtskristalle frei (ähnlich dem Ramsauereffekt) bewegen (siehe H. Hora et al, in "Emerging Nuclear Systems 1989", U. von Moellendorf et al Hgg., World Scientific, Singapore 1989, S. 322) wobei die thermische Kinetik dieses exotischen Deuteronenplasmas trotz der niedrigen Temperatur außergewöhnlich kleine Abstände zwischen den Deuteronen untereinander oder gegenüber den Kernen des Wirtskristalles ermöglichen, die für die Kernreaktionen erforderlich sind. (2) Eine weitere starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für die Reaktion ergibt sich durch die Erniedrigung der Deuteronenabstände gerade an der Oberfläche, durch die sich dort ausbildende entartete Debyeschicht für die Elektronen, wie z. B. zur einfachen Herleitung der Oberflächenspannung von Metallen bewiesen wurde (H. Hora et al, IEEE Trans. Plasma Sc. PS 17 284 (1989)).

Dieses Ergebnis führte zu der Erkenntnis, daß jedes Metall eine 1 bis 1,5 Angstrom dicke Elektronenschicht auf der Oberfläche besitzt, auf der dann Oxyde oder adsorbierte Atome "schwimmen". Die positive Ladungsschicht der das Austrittspotential bildenden Doppelschicht kommt in den Metallen durch Kontraktion des Gitterabstandes der Oberflächenatome zustande, was in verwirrender Weise mit freien Bindungen etc. erklärt wurde aber jetzt unmittelbar verständlich ist, oder aber in den Fällen der deuteriumgeladenen Kristalle durch das exotische Deuteronenplasma, das dann unmittelbar in der Atomlage unter der schwimmenden Elektronenschicht die positive Schicht bildet mit dem dann wesentlich verringerten Deuteronenabstand. Für die Reaktionen an der Oberfläche kommt dann noch hinzu, daß die

Elektronenschicht eine weitere abschirmende Wirkung für die Coulombbarrieren bei den Kernreaktionen hat.

Nach dieser Theorie kann man sich auch erklären, weshalb an der Oberfläche des deuteriumbeladenen Palladiums Reaktionen der Art  $(105) \text{ Pa} (d, p) (106) \text{ Pa}$  entstehen, wie von Debra R. Rollison und William O'Grady am Naval Research Laboratory, Washington, gemessen wurde anhand von den massenspektrometrisch festgestellten Isotopenverschiebungen an der Palladiumoberfläche der elektrolytisch beladenen Palladiumelektroden, während in einem Mikrometer Tiefe die Isotopenkonzentration wie im Normalzustand war.

Die so geschilderten Ergebnisse sind abgedeckt durch die deutsche Patentanmeldung P 34 24 812 vom 4. 4. 1989 u. a. was die Verwendung der Oberflächeneffekte und die elektrolytische und/oder gasentladungsmäßige Einbringung des Deuteriums in die Wirtskristalle betrifft. Eine Schwierigkeit besteht darin, daß sich bei diesen elektrolytischen oder gasentladungsmäßigen Oberflächenvorgängen der Zustand der Oberfläche nur schwer auf sehr lange Zeit unverändert erhalten läßt, insbesondere was die Verschmutzung mit störenden Fremdatomen betrifft.

Dieser Schwierigkeit der Veränderung und Verschmutzung der Oberfläche des Palladiums, des Titans oder anderer Wirtskristalle, wie z. B. genügend reines Eisen, lassen sich erfindungsgemäß in der im folgenden beschriebenen Weise verhindern. Die genannten Elektronen- oder Deuteronenschichten werden nicht mehr nur an der Oberfläche des Wirtskristalles ausgenutzt, sondern im Inneren des Wirtskristalles.

Erfindungsgemäß werden Schichten mit der genügenden Reinheit und Kristallqualität durch Aufdampfen im Vakuum oder dementsprechende Methoden hergestellt, so daß Schichten von mindestens 10 Angstrom (am besten 20 Angstrom) jeweiliger Dicke von abwechselnd Eisen und Titan oder Palladium und Titan oder Eisen und Platin oder Kombinationen davon entstehen. Es kann auch eine Struktur des Kristallüberganges einer "Heterojunction" zwischen den verbundenen verschiedenen Elementen erzeugt werden. Die Potentiale zwischen den Elementen sind dann wohl nicht so groß wie das Austrittspotential gegen das Vakuum oder gegen der Elektrolyten, doch sind immer noch Potentiale aus den Fermienergien von z. B. 1,6 eV zwischen Eisen und Titan, oder 0,81 eV zwischen Palladium und Titan zu erhalten. Die Verringerung der Abstände zwischen den Deuteriumionen durch die genannten Ladungsschichten ist dann wohl schwächer als im Fall der freien Oberfläche, aber der Volumeneffekt dicker Schichtstrukturen erzeugt eine sehr starke Vervielfachung der Kernreaktionen. Es kann abgeschätzt werden, daß in einem Volumen von einem Kubikzentimeter eine Energie von 100 Kilowatt erzeugt werden kann. Eine weitere Erhöhung der Reaktionen wird dadurch erzielt, daß das  $^{135}\text{Xe}$ -Isotop von Xenon z. B. durch Ionenimplantation in den Wirtskristall eingebaut wird und dann dessen großer Querschnitt des Neutroneneinfangs ausgenutzt wird.

Das Vielschichtmaterial wird in einer energieerzeugenden Anordnung in Form von dünnen Blechen etwa von der Dicke von 0,001 bis 0,1 mm in parallelen Lagen gehalten und in die Zwischenräume Deuteriumgas eingeführt. Entweder durch die einfache Anwesenheit des Gases und dessen Absorption in die Wirtskristalle oder gefördert durch elektrolytische oder Gasentladungsmechanismen wird das Deuterium im Kristallinneren zu den Kernreaktionen gebracht. Die entstehende große



Wärmeentwicklung wird durch von außerhalb der Anordnung z. B. in einer großflächigen Geometrie durch ein wärmeaustauschendes Kühlmittel abgeführt. Die Energieerzeugungsrate wird gesteuert durch den Pumpfluß des Kühlmittels zur Einhaltung der gewünschten Temperatur der Reaktion und/oder durch die Dichte und den Zustrom des Deuteriums zwischen den dünnen Blechen.

Derartige Kernfusionsgeneratoren können in sehr variabler Größe hergestellt werden, vom Bereich der großen Energieerzeugung bis zu kleinen Energiequellen in Häusern oder in einem Automobil. Der Verbrauch für ein Automobil bei einer Benutzung von einigen Stunden pro Tag hat einen Bedarf von etwa 10 bis 100 Gramm Deuterium pro Jahr, was dann in etwa jährlichem Abstand nachgefüllt werden muß. Wegen der Handhabung des anfallenden Tritiums wird man vorzugsweise den Generator hermetisch abkapseln und entsprechend austauschen und regenerieren.

#### Patentansprüche

1. Energieerzeugungsquelle durch kontrollierte Kernreaktionen in kondensierten Materialien, dadurch gekennzeichnet, daß Wirtsmaterialien zur Einlagerung hoher Konzentrationen von Deuterium in geschichteter Weise verwendet werden, wobei mindestens zwei chemisch verschiedene Materialien aufeinandergeschichtet werden.
2. Anordnungen nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Materialien die Elemente Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Ti, Zr, Hf oder das unmittelbar neben diesen im Periodischen System benachbarte Element verwendet wird.
3. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß in das geschichtete Material eine Konzentration von bis 10% des Xenonisotopes 135 eingebracht wird.
4. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die in sich geschichteten Materialien als dünne Schichten oder Bleche angeordnet werden und zwischen diesen Deuterium in gasförmigem oder elektrolytischem Wege mit oder ohne zusätzliche elektrische Felder zugeführt wird.
5. Anordnung nach den Ansprüchen 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Zufuhr des Deuteriums und/oder die Abfuhr der erzeugten Wärmeenergie in gesteuerter Weise vor sich geht.

— Leerseite —